

NEUROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN
AM NERVUS PERONAEUS
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG
DER VERLAUFSSTRECKE
IN HÖHE DES CAPITULUM FIBULAE

Christoph Trautner

1978

Aus der Neurologischen Klinik der Universität

Klinikum Großhadern

(Direktor: Prof. Dr. A. Schrader)

NEUROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AM NERVUS PERONAEUS
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER VERLAUFS-
STRECKE IN HÖHE DES CAPITULUM FIBULAE

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Christoph Trautner

aus

München

München 1976

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Dr. Ross
Mitberichterstatter: Prof.Dr. Schrader
Dekan: Prof.Dr. Spann
Tag der mündlichen Prüfung: 14.12.1978

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Material und Methodik	2
III. Ergebnisse	6
IV. Diskussion	17
V. Zusammenfassung	20
VI. Literatur	21





I. EINLEITUNG

Elektroneurographische Untersuchungen haben in den letzten Jahren zur Diagnose und Differentialdiagnose von Erkrankungen des peripheren Nervensystems immer größere Bedeutung erlangt, denn mit dieser Methode kann sicher und relativ einfach durch Bestimmung der Latenzzeit ermittelt werden, ob etwa ein bestimmter peripherer Nerv geschädigt ist, oder ob eine generalisierte Erkrankung im Sinne einer Polyneuropathie vorliegt.

So konnte z. B. erst durch die Elektroneurographie die weite Verbreitung des Carpaltunnelsyndroms erkannt werden, das vielen ungeklärten Fällen von "Brachialgien" zugrunde liegt. Beim N. peroneus ergeben sich Schädigungsmöglichkeiten aus seiner anatomischen Lage. Er verläuft an der dorsalen Seite des Oberschenkels am Rande des M. biceps femoris entlang bis hinter das Fibulaköpfchen. Von dort zieht er um den Hals der Fibula nach vorn zwischen die Peroneusmuskeln. Durch die enge Nachbarschaft zu den knöchernen Strukturen in diesem Bereich ergeben sich Kompressionssyndrome in Höhe des Fibulaköpfchens, insbesondere durch unsachgemäße Lagerung kachektischer Patienten, durch Gipsverbände, Tumoren und Traumen. Akute Schäden können bei der sogenannten "Fernseh-" und "Parkbanklähmung" durch Sitzen mit übergeschlagenen Beinen entstehen. Zur rechtzeitigen Behandlung all dieser Fälle, meist durch Neurolyse, sind die Früherkennung und Lokalisierung von entscheidender Bedeutung, die ohne Elektroneurographie nicht möglich wären.

Die durch das ENG ermittelten Latenzzeiten schwanken auch bei gesunden Personen innerhalb relativ weiter Grenzen. Dadurch kann erst eine deutlich verlängerte Latenzzeit als eindeutig pathologisch angesehen werden. Daher ist die möglichst genaue Eingrenzung des Normbereichs von großer Bedeutung für die Aussagekraft des ENG.

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, durch Reizung und Messung der Latenzen am N. peroneus die Normwerte für die Latenzzeiten zu bestimmen.

II. MATERIAL UND METHODIK

Es wurden 15 gesunde Versuchspersonen im Alter von 18 bis 35 Jahren untersucht. Der Versuchsablauf war folgender:

Die Versuchsperson legt sich auf eine Liege und wird eingehend über Zweck, Dauer, Verlauf und Ungefährlichkeit des Versuches unterrichtet. Nachdem sich die Versuchsperson entspannt hat, wird eine manschettenförmige Erdungselektrode befeuchtet und am Unterschenkel angelegt. Sodann wird nach vorheriger Desinfektion der Einstichstelle eine koaxiale Nadelelektrode ungefähr 1 cm tief in den M. extensor digitorum brevis des rechten Fußes eingestochen.

Die Potentiale der abgeleiteten motorischen Einheiten werden durch einen EMG-Amplifier verstärkt. Sie werden auf einem Oszilloskop widergegeben, wo sie die vertikale Ablenkung des Kathodenstrahles verursachen, und gleichzeitig über den synchron zum Oszilloskop geschalteten Lautsprecher hörbar gemacht.

Da die Nadelelektrode schon zuvor mit dem Oszilloskop verbunden wurde, wird unmittelbar beim Einstich der Nadel in den Muskel die typische "Insertionsaktivität" hörbar und sichtbar. Sie zeigt an, daß das Gerät betriebsbereit ist und die Nadel ordnungsgemäß im Muskel liegt.

Wie beim üblichen klinischen EMG wählen wir zunächst eine hohe Verstärkung, um eventuell vorhandene Spontanaktivität zu erkennen. Das Fehlen von Aktionspotentialen zeigt an, daß die Versuchsperson entspannt ist. Anschließend wird die Verstärkung reduziert.

Nun wird eine Reizelektrode zur Gewährleistung optimaler Leitung mit Elektrodenpaste bestrichen und etwas oberhalb der Knöchel auf die Haut über dem N. peroneus profundus aufgesetzt und von Hand fest angedrückt. Diese Doppelektrode ist mit dem Stimulator verbunden, der kurze Rechteckreize von verstellbarer Amplitude (Spannung) und Frequenz erzeugt.

Eine zwischen Stimulator und Oszilloskop geschaltete Triggereinrichtung bewirkt, daß im Augenblick des Reizeinbruchs der punktförmige Kathodenstrahl des Oszillographen am linken Rand des Schirms erscheint.

Wir wählen eine Reizfrequenz von 1Hz und schalten nach Überprüfung der Versuchsanordnung den Stimulator durch Betätigung eines Drehknopfes ein, der zur Gewährleistung der supramaximalen Reizung bis zum Anschlag gedreht wird. Dies entspricht einer Reizspannung von 50 V.

Durch diesen supramaximalen Reiz werden alle motorischen Fasern des N. peroneus profundus künstlich erregt. Mit einer entsprechenden Latenz, die von der Nervenleitungsgeschwindigkeit der schnellsten Fasern abhängt, kommt es zu einer Zuckung des innervierten Muskels.

Dabei wird durch die am Unterschenkel angelegte Erdungselektrode verhindert, daß der Muskel unter Umgehung der Nervenleitung durch direkte Reizeinbrüche erregt wird.

Das durch die Reizung des N. peroneus profundus hervorgerufene Muskelaktionspotential wird durch die bereits beschriebene Nadelelektrode abgeleitet und auf dem Oszilloskop sichtbar gemacht und die Latenzzeit bestimmt.

Durch die Triggereinrichtung erscheint der Kathodenstrahl im Augenblick der Reizung am linken Rand des Oszilloskopschirms und wird mit gleichmäßiger, regelbarer Geschwindigkeit nach rechts abgelenkt (Kipp). Man kann aus der Strecke zwischen dem linken Schirmrand und dem Beginn des abgeleiteten Aktionspotentials auf die Zeit zwischen Reizsetzung und Ankunft des Reizes im Muskel schließen, die sogenannte Latenzzeit.

Zu diesem Zweck wird eine kleine verstellbare Markierung auf den Anfang des Aktionspotentials auf dem Schirm eingestellt. Dadurch wird automatisch die Latenzzeit in Form von Leuchtziffern angezeigt. Dabei wird automatisch die eingestellte Kippgeschwindigkeit berücksichtigt.

Die Kippgeschwindigkeit muß zuvor so gewählt werden, daß das Aktionspotential noch auf dem Schirm erscheint und gleichzeitig so weit "auseinandergezogen" ist, daß der erste Anstieg bzw. Abfall des Aktionspotentials so genau wie möglich eingestellt werden kann.

Wenn die Markierung auf die richtige Stelle eingestellt ist, wird der Stimulator abgeschaltet und die Latenzzeit abgelesen und notiert.

Die Reizelektrode wird entfernt, erneut mit Elektrodenpaste bestrichen und am lateralen Unterschenkelrand unmittelbar oberhalb des Fibulaköpfchens angesetzt. Die Latenzzeit wird wieder in der gleichen Weise bestimmt, wie oben beschrieben.

Nach dem gleichen Verfahren wird anschließend die Latenz bei Reizung unmittelbar unterhalb des Fibulaköpfchens ermittelt.

Zuletzt wird mit einem Maßband die Strecke zwischen dem proximalsten und dem distalsten Reizpunkt gemessen. Die Erdungselektrode wird abgenommen und die Nadel vorsichtig aus dem Muskel herausgezogen.

III. ERGEBNISSE

Die Werte, die sich bei Reizung des N. peroneus knapp oberhalb der Knöchel (distale Latenzzeit), knapp oberhalb des Fibulaköpfchens (proximale Latenzzeit) und knapp unterhalb des Fibulaköpfchens (mittlere Latenzzeit) ergaben, sind in Tab. 1 zusammengefaßt.

Außerdem werden die Werte für die Strecke zwischen dem distalen und mittleren Reizpunkt aufgeführt, die für die Errechnung der Nervenleitgeschwindigkeit benötigt werden.

VP	distale Latenzzeit (msec)	mittlere Latenzzeit (msec)	proximale Latenzzeit (msec)	Strecke (m)
1	4,2	11,2	12,1	0,36
2	4,2	12,2	12,9	0,38
3	4,5	10,5	11,9	0,36
4	3,9	10,9	11,7	0,34
5	4,4	11,3	11,8	0,33
6	4,2	10,4	11,2	0,34
7	4,5	8,6	9,5	0,37
8	5,0	9,4	9,9	0,35
9	4,9	12,0	12,9	0,36
10	4,0	11,5	12,5	0,42
11	4,9	11,5	12,0	0,37
12	4,9	11,4	12,2	0,36
13	4,1	11,4	12,4	0,39
14	3,8	10,2	11,4	0,37
15	5,2	10,7	11,2	0,34

Tab. 1: Latenzzeiten und Entfernung zwischen distalem
und mittlerem Reizpunkt (N.peroneus)

Aus den in Tab. 1 aufgeführten Werten lassen sich berechnen:

1. Die Verzögerung zwischen proximalem und mittlerem Reizpunkt
2. Zwei Werte für die Nervenleitgeschwindigkeit:
 - a) Die NLG_1 ergibt sich aus der Strecke zwischen proximalem und distalem Reizpunkt, sowie der Differenz zwischen proximaler und distaler Latenzzeit.
 - b) Die NLG_2 ergibt sich aus der Strecke zwischen mittlerem und distalem Reizpunkt, sowie der Differenz zwischen mittlerer und distaler Latenzzeit.

VP	Verzögerung
	prox./mittl. Reizpunkt (msec)
1	0,9
2	0,7
3	1,4
4	0,8
5	0,5
6	0,8
7	0,9
8	0,5
9	0,9
10	1,0
11	0,5
12	0,8
13	1,0
14	1,2
15	0,5

Tab. 2: Differenz zwischen proximaler und mittlerer
Latenzzeit (N.peronaeus)

VP	NLG ₁	NLG ₂
	$\frac{m}{sec}$	$\frac{m}{sec}$
1	50,6	51,4
2	48,2	47,5
3	54,0	60,0
4	48,7	48,5
5	50,0	47,8
6	54,2	54,8
7	82,0	90,2
8	79,5	79,5
9	50,0	50,7
10	54,1	56,0
11	57,7	56,0
12	54,7	55,3
13	51,8	53,4
14	53,9	57,8
15	63,3	61,8

Tab. 3: Nervenleitgeschwindigkeiten
(N. peronaeus)

Gesonderte graphische Darstellung der einzelnen Meßwerte

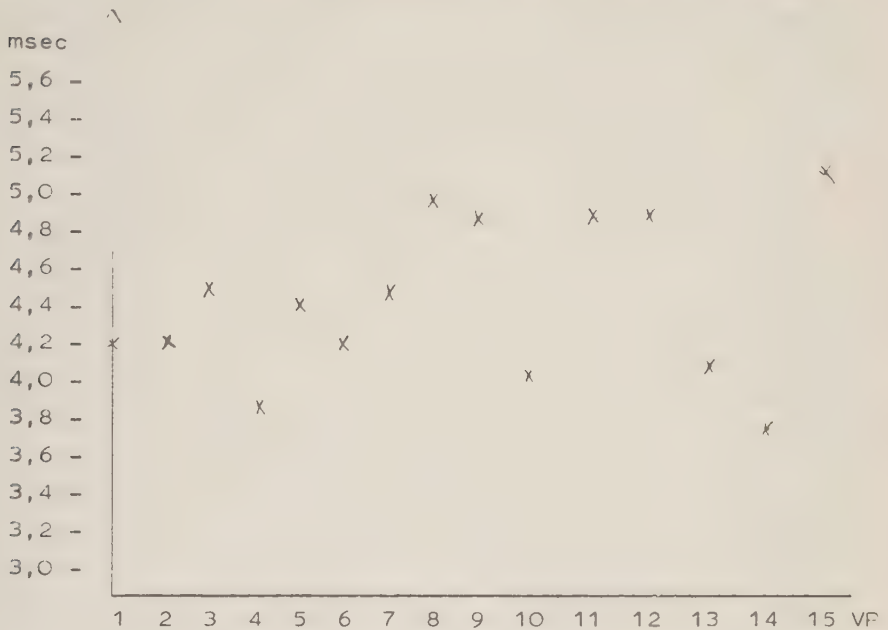


Abb. 2: Graphische Darstellung der Werte für die distale Latenzzeit (N. peroneus)

Grenzwerte: 3,8 msec und 5,2 msec

Spannweite: 1,4 msec

Ohne Berücksichtigung der Grenzwerte ergeben sich:

Mittelwert: 4,4 msec

Standardabweichung: 0,38 msec

Variationskoeffizient: 8,6 %

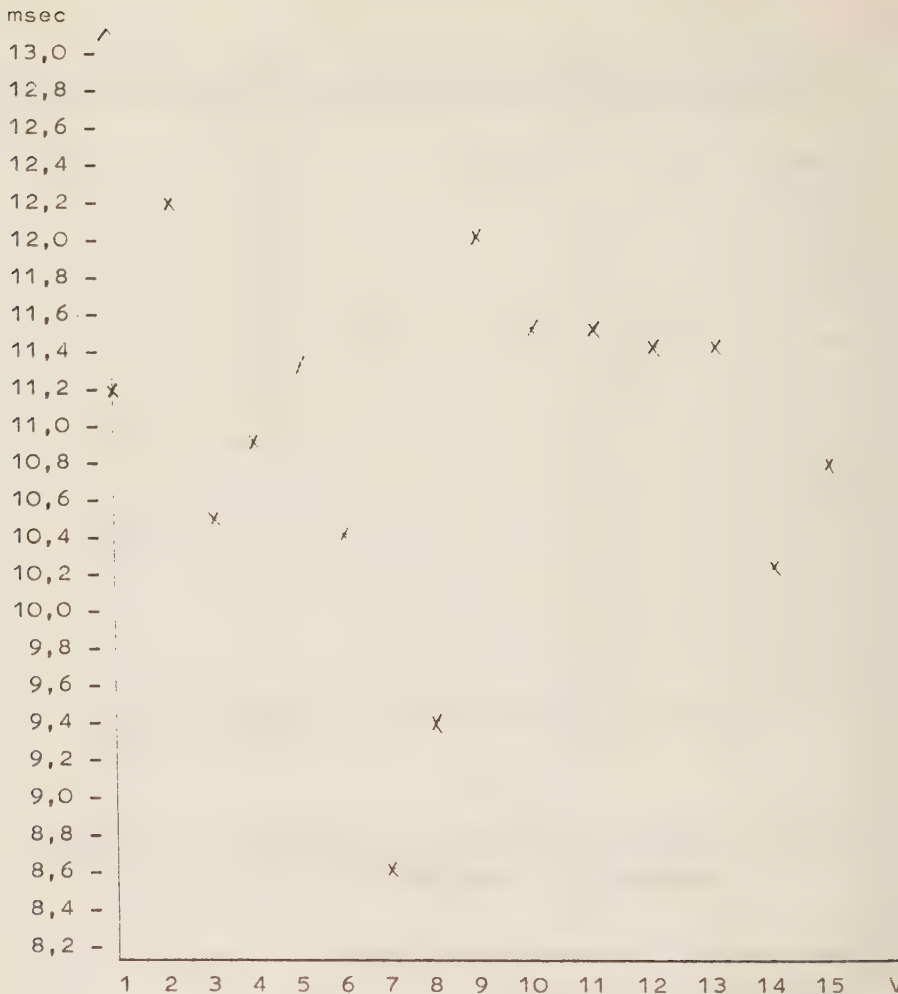


Abb. 3: Graphische Darstellung der Werte für die mittlere Latenzzeit (*N. peronaeus*)

Grenzwerte: 8,6 msec und 12,2 msec

Spannweite: 3,6 msec

Ohne Berücksichtigung von Wert 7 und 8 ergeben sich:

Mittelwert: 11,2 msec

Standardabweichung: 0,60 msec

Variationskoeffizient: 5,39 %

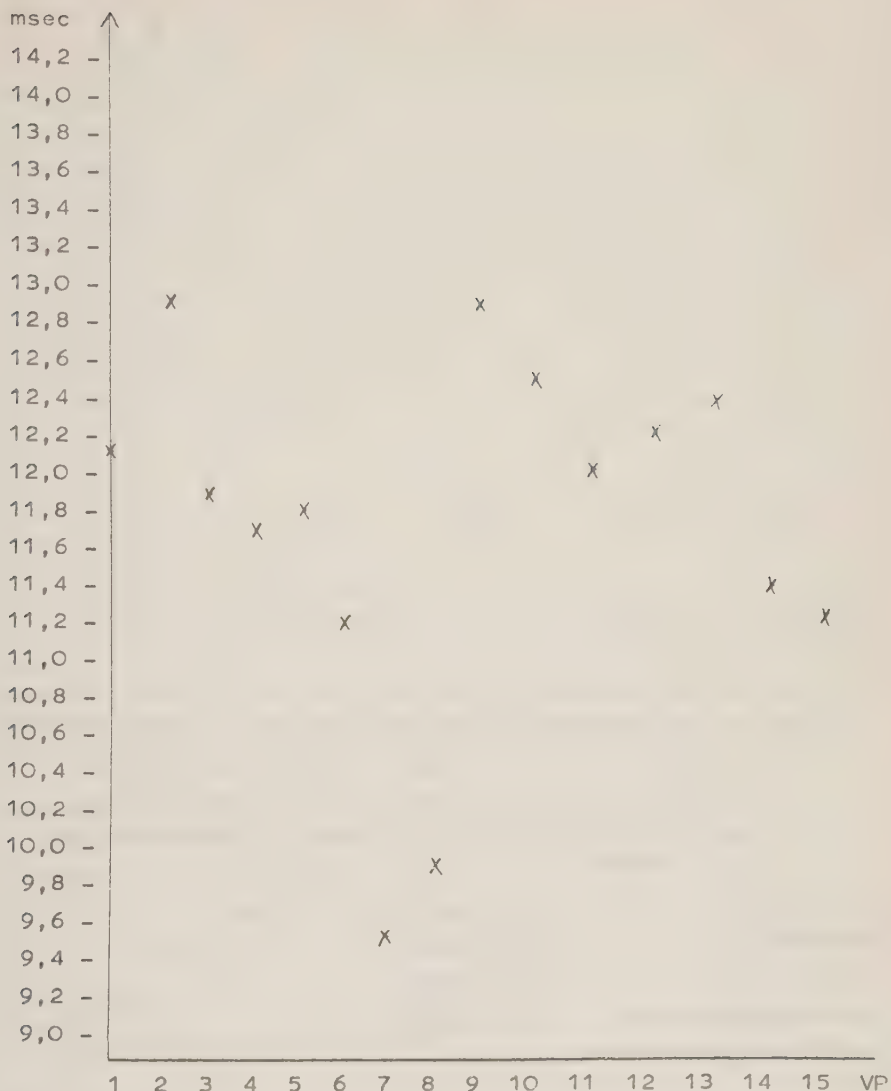


Abb. 4: Graphische Darstellung der Werte für die proximale Latenzzeit (*N.peronaeus*)

Grenzwerte: 9,5 msec und 12,9 msec

Spannweite: 3,4 msec

Ohne Berücksichtigung von Wert 7 und 8 ergeben sich:

Mittelwert: 12,0 msec

Standardabweichung: 0,56 msec

Variationskoeffizient: 4,66 %



Abb. 5: Graphische Darstellung der Verzögerung zwischen proximalem und mittlerem Reizpunkt (Latenzsprung) (*N. peronaeus*)

Grenzwerte: 0,5 msec und 1,4 msec
Spannweite: 0,9 msec
Mittelwert: 0,8 msec
Standardabweichung: 0,26 msec
Variationskoeffizient: 32,5 %

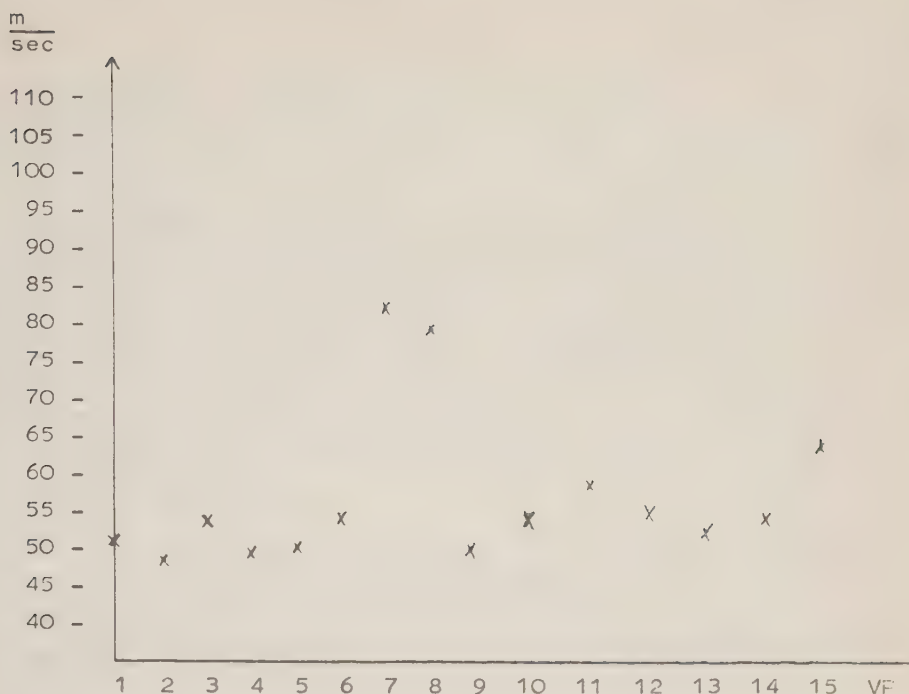


Abb. 6: Graphische Darstellung der für die NLG₁ errechneten Werte (N. peronaeus)

Grenzwerte: $48,2 \frac{m}{sec}$ und $82,0 \frac{m}{sec}$

Spannweite: $33,8 \frac{m}{sec}$

Ohne Berücksichtigung von Wert 7 und 8 ergeben sich:

Mittelwert: $53,2 \frac{m}{sec}$

Standardabweichung: $4,10 \frac{m}{sec}$

Variationskoeffizient: 7,7 %



Abb. 7: Graphische Darstellung der für die NLG_2 errechneten Werte (N. peronaeus)

Grenzwerte: $47,5 \frac{m}{sec}$ und $90,2 \frac{m}{sec}$

Spannweite: $42,7 \frac{m}{sec}$

Ohne Berücksichtigung von Wert 7 und 8 ergeben sich:

Mittelwert: $53,9 \frac{m}{sec}$

Standardabweichung: $4,56 \frac{m}{sec}$

Variationskoeffizient: 8,47 %

IV. DISKUSSION

Bei dem angewandten Verfahren der Elektroneurographie handelt es sich um eine grundsätzlich exakte Methode. Ihre Grenzen für die diagnostische Verwertbarkeit liegen allerdings in der beträchtlichen Schwankungsbreite der Normalwerte zwischen verschiedenen Personen, während die Schwankungen bei einer Versuchsperson zu verschiedenen Zeitpunkten eine geringe Rolle spielen (Low, Basmajian und Lyons 1962).

Will man bei Polyneuropathien oder chronischen Druckneuropathien eine Frühdiagnose stellen, erhebt sich dabei die Frage, in welchem Bereich die Werte für die Latenzen noch als normal angesehen werden können. Andererseits können in manchen Fällen unterschiedliche Latenzen beim Seitenvergleich einen ersten Hinweis auf eine Erkrankung geben, selbst wenn die absoluten Werte noch völlig unauffällig sind.

Die Untersuchungen an gesunden Versuchspersonen wurden unter den in der Routine-Diagnostik herrschenden Bedingungen durchgeführt, um die Ergebnisse direkt auf klinische Verhältnisse übertragen zu können.

Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf die Bestimmung des Latenzsprunges zwischen dem Reizpunkt oberhalb und unterhalb des Fibulaköpfchens gelegt. Der Grund hierfür ist die Erfahrung, daß der N. peroneus aufgrund seines anatomischen Ver-

laufes gerade im Bereich des Fibulaköpfchens am häufigsten geschädigt wird. Für die Frühdiagnose solcher Schäden ist es von besonderer Bedeutung, daß bei einer Schädigung des Nerven in diesem Bereich der Latenzsprung schon verlängert sein kann, wenn andere Parameter, wie die Nervenleitgeschwindigkeit, noch völlig normal sind.

Hinzu kommt, daß die Bestimmung des Latenzsprunges in der Routine-Diagnostik besonders rasch und mit einer zumutbaren Schmerzbelastung vorgenommen werden kann.

Die Zuverlässigkeit der gewonnenen Ergebnisse läßt sich daran ablesen, daß die gemessenen Werte nicht weiter als in dem ohnehin zu erwartenden Maße um den Mittelwert schwanken, wie aus den graphischen Darstellungen ersichtlich ist. Diesen Schwankungen dürften die verschiedenartigsten Ursachen zugrundeliegen. Neben konstitutionellen Unterschieden von Person zu Person spielen wohl Temperatur und tagzeitliche Unterschiede eine Rolle. Auch Variationen im anatomischen Verlauf und der Länge des Nerven könnten einen Einfluß ausüben.

Die zur Kontrolle der Genauigkeit unserer Ergebnisse errechneten Nervenleitgeschwindigkeiten decken sich gut mit den von Mayer u. anderen (1963) ermittelten Normalwerten. Mayer gibt als Normalwert der NLG für den N. peroneus $50 \pm 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ an, so daß demnach $44 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ als der niedrigste noch normale Wert anzusehen ist. Die niedrigsten von uns ermittelten Werte liegen mit $48,2 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ bzw. $47,5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ deutlich über dem unteren Grenzwert. Dies kann als Bestätigung der Genauigkeit der Methode betrachtet werden, sowie als Beweis dafür, daß tatsächlich alle Versuchspersonen von Seiten des peripheren Nervensystems gesund waren.

Bei der Betrachtung der oberen Grenzwerte fällt auf, daß die beiden Werte für Versuchsperson 7 und 8 beträchtlich über den anderen Werten liegen, was sich aus den auffällig niedrigen proximalen und mittleren Latenzen ergibt.

Sieht man von diesen beiden Werten ab, so kann man feststellen, daß nur 2 (für die NLG_1) bzw. 3 (für die NLG_2) Werte geringfügig über den von Mayer als obere Grenze des Normalbereichs angegebenen $56 \frac{m}{sec}$ liegen.

Angesichts dessen dürften die beiden wesentlich höheren Werte auf Ablesungsfehler oder falsche Einstellung des Gerätes zurückzuführen sein. Als Hauptfehlerquelle kommt dabei ungenaues Einstellen der Markierung auf den Beginn des Aktionspotentials in Betracht.

Insgesamt läßt sich sagen, daß die Werte einfach zu gewinnen waren und die in der Methode liegenden Fehlerquellen zu keiner groben Verfälschung der Meßergebnisse führen. Somit lassen sich die gemessenen Werte durchaus auf die Gesamtbevölkerung übertragen, wenn auch die relativ geringe Anzahl der Versuchspersonen (15) noch keine verbindlichen Aussagen hinsichtlich der Grenzen zwischen normalen und pathologischen Werten für die Latenzzeiten erlaubt.

Aufgrund der angeführten Ergebnisse und Überlegungen kann man sagen, daß Werte bis zu 5,2 msec für die distale, bis zu 12,2 msec für die mittlere, bis zu 12,9 msec für die proximale Latenzzeit und bis zu 1,4 msec für den Latenzsprung zwischen den Reizpunkten oberhalb und unterhalb des Fibulaköpfchens auf jeden Fall als normal anzusehen sind. Darüberliegende Werte müssen an das Vorliegen einer Schädigung des Nerven denken lassen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. An 15 gesunden Versuchspersonen wurde der N. peroneus ober- und unterhalb des Fibulaköpfchens, sowie in Knöchelhöhe mittels einer Oberflächenelektrode supra-maximal gereizt. Das dadurch hervorgerufene Muskelaktionspotential im M. extensor digitorum brevis wurde durch eine Nadelelektrode abgeleitet. Daraus wurden die Latenzzeiten bestimmt. Die Versuche erfolgten in der bei der Routinediagnostik üblichen Weise.
2. Die Latenzzeiten und errechneten Nervenleitgeschwindigkeiten für den N. peroneus schwankten in dem aufgrund früherer Messungen zu erwartenden Rahmen.
3. Werte bis zu 5,2 msec für die distale, bis zu 12,2 msec für die mittlere, bis zu 12,9 msec für die proximale Latenzzeit, sowie bis zu 1,4 msec für den Latenzsprung zwischen proximaler und mittlerer Latenzzeit sind auf jeden Fall als normal anzusehen. Darüberliegende Werte müssen an das Vorliegen einer Schädigung des Nerven in Höhe des Fibulaköpfchens denken lassen.

VI. LITERATUR

1. BASMAJIAN, J.V.: Nerve conduction velocity and residual latency, Muscles Alive, Baltimore 1974, 3. Auflage
2. EBELING, P.,
GILLIATT, R.W. und
THOMAS, P.K.: A clinical and electrical study of ulnar nerve lesions in the hand,
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 23, (1960), 1
3. GILLIATT, R.W. und
THOMAS, P.K.: Changes in nerve conduction with ulnar lesions at the elbow,
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 23 (1960), 312
4. MAVOR, H., M.D. und
LIBMAN, I., M.D.: Motor nerve conduction velocity measurement as a diagnostic tool, Neurology, Volume 12, Number 11, 1962
5. HOPF, H.C.: Das Elektromyogramm bei Nervenreizung, Fortschr. Neurol. Psychiat., 31 (1963), 585 - 616
6. WOLTMANN, H.W.: Pressure as a factor in the development of neuritis of the ulnar and common peroneal nerves in bedridden patients,
Amer. I. med. Sci. 179, (1930), 528

7. KAESER, H.E.: Veränderungen der Leitgeschwindigkeit bei Neuropathien und Neuritiden, Fortschr. Neurol. Psychiat., 33 (1965), 221
8. MARWAK, V.: Compression of the lateral popliteal (common peroneal) nerve, Lancet 1964 /II, 1367
9. MAYER, R.F.: Nerve conduction studies in man, Neurology, 13 (1963), 1021
10. LOW, M.D.,
BASMAJIAN, J.V. und
LYONS, G.M.: Conduction velocity and residual latency in the human ulnar nerve and the effects on them of ethylalcohol, Am. I. Med. Sci., 244 (1962), 720
11. F. LAHODA, A. ROSS,
W. ISSEL: EMG-Fibel, J.A. Barth, Frankfurt, 1973

Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. A. Schrader für die Überlassung
des Themas.

Herrn Dr. A. Ross für die freundliche Unterstützung
der Durchführung.

LEBENS LAUF

Am 22. Mai 1954 wurde ich, Christoph Trautner, als Sohn des Studiendirektors Dr. Erich Trautner und seiner Ehefrau Hanna, geb. Happe, in München geboren.

Von 1960 bis 1964 besuchte ich die Volksschule an der Werdenfelsstraße in München. Im September 1964 trat ich in das humanistische Theresiengymnasium in München ein, wo ich im Juni 1972 die Reifeprüfung ablegte.

Im November 1972 begann ich das Studium der Humanmedizin an der Universität München. Im November 1978 legte ich dort die Ärztliche Prüfung ab und erhielt die Approbation als Arzt.

